

Bulthaup, Peter

Naturwissenschaftliche Bildung

Pädagogische Korrespondenz (2013) 47, S. 32-44



Quellenangabe/ Reference:

Bulthaup, Peter: Naturwissenschaftliche Bildung - In: *Pädagogische Korrespondenz* (2013) 47, S. 32-44 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-108137 - DOI: 10.25656/01:10813

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-108137>

<https://doi.org/10.25656/01:10813>

in Kooperation mit / in cooperation with:



Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

INSTITUT FÜR PÄDAGOGIK UND GESELLSCHAFT

PÄDAGOGISCHE KORRESPONDENZ

HEFT 47

FRÜHJAHR 2013

*Zeitschrift für
Kritische Zeitdiagnostik
in Pädagogik und
Gesellschaft*

BUDRICH UNIPRESS OPLADEN & TORONTO

Die Zeitschrift wird herausgegeben vom
Institut für Pädagogik und Gesellschaft e.V. Münster,
im Verlag Budrich UniPress, Leverkusen

Redaktionsadresse ist:

Institut für Pädagogik und Gesellschaft e.V.
Windmühlstraße 5, 60329 Frankfurt am Main, Tel. 069/5973596

Redaktion:

Karl-Heinz Dammer (Heidelberg)
Peter Euler (Darmstadt)
Ilan Gur Ze'ev (Haifa) (†)
Andreas Gruschka (Frankfurt am Main)
Bernd Hackl (Graz)
Sieglinde Jornitz (Frankfurt am Main)
Andrea Liesner (Hamburg)
Andreas Wernet (Hannover)
Antonio Zuin (São Carlos)

Manuskripte werden als word-Dateien an den geschäftsführenden Herausgeber erbeten (a.gruschka@em.uni-frankfurt.de) und durchlaufen ein Begutachtungsverfahren.

Abonnements und Einzelbestellungen:

Institut für Pädagogik und Gesellschaft e.V.
Windmühlstraße 5, 60329 Frankfurt am Main, Tel. 069/5973596
Der Jahresbezugspreis der *Pädagogischen Korrespondenz*
beträgt im Inland für zwei Ausgaben 23,– EURO zzgl. 4,– EURO Versand.
Das Einzelheft kostet im Inland 12,50 EURO zzgl. 2,50 EURO Versand.
Bezugspreise Ausland jeweils zzgl. gewünschtem Versandweg.
Kündigungsfrist: schriftlich, drei Monate zum Jahresende.

Copyright:

© 2013 für alle Beiträge soweit nicht anders vermerkt sowie für
den Titel beim Institut für Pädagogik und Gesellschaft, Münster.
Originalausgabe. Alle Rechte vorbehalten.
ISSN 0933-6389

Buchhandelsvertrieb:

Institut für Pädagogik und Gesellschaft e.V.

Satz & Layout: Susanne Albrecht-Rosenkranz, Leverkusen

Anzeigen und Gesamtherstellung:

Verlag Budrich UniPress Ltd., Stauffenbergstr. 7, D-51379 Leverkusen
ph +49 (0)2171 344694 • fx +49 (0)2171 344693
www.budrich-unipress.de

- 5 **HISTORISCHES LEHRSTÜCK I**
 Herwig Blankertz
 Einführungsbemerkungen zum Rousseau-Seminar 1981/82
- 12 **HISTORISCHES LEHRSTÜCK II**
 Andreas Gruschka
 Negative Erziehung und die Negation der Erziehung – zur
 Aktualität des *Emile* für eine kritische Theorie der Pädagogik
- 28 **KOMMENTAR**
 Harald Bierbaum
 Zu Peter Bulthaup
- 32 **NACHGELESEN**
 Peter Bulthaup
 Naturwissenschaftliche Bildung
- 45 **JAHRESTAG**
 Andreas Gruschka
 Eine Erinnerung an Hellmut Becker
- 48 **DAS AKTUELLE THEMA**
 Rahel Hünig
 Bildung – Schlüssel für gesellschaftliche Teilhabe und
 selbstbestimmtes Handeln?
- 69 **DIDAKTIKUM**
 Sascha Eberz
 Soziale Herkunft im Unterricht
- 89 **REFORMKRITIK**
 Bernd Matzkowski
 Wann machen wir wieder richtigen Unterricht?
- 108 **DOKUMENTATION**
 Rundschreiben – Menschen sind lernfähig
- 109 **AUS WISSENSCHAFT UND PRAXIS**
 Sieglinde Joritz
 Get prepared for the future – über Graduiertenschulen als
 universitäre Ausbildungsstätten

Peter Bulthaup

Naturwissenschaftliche Bildung¹

Er bildete sich nach fremder Vernunft, aber das nachbildende Vermögen ist nicht das erzeugende, d.i. das Erkenntnis entsprang bei ihm nicht aus Vernunft, und, ob es gleich, objektiv, ein Vernunftkenntnis war, so ist es doch, subjektiv, bloß historisch. Er hat gut gefasst und behalten, d.i. gelernt, und ist ein Gipsabdruck von einem lebenden Menschen.

Kant²

Prima vista scheint das Argument zwingend, die Ausbildung junger Menschen in einer Welt, die von Naturwissenschaft und Technik bestimmt ist, müsste das Schwergewicht in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern haben, weil ohne gründliche Kenntnisse der in ihnen abgehandelten Gegenstände eine adäquate Orientierung in der Gegenwart nicht möglich sei. Dem ist zunächst empirisch entgegenzuhalten, dass nicht der Fahrer eines Automobils für dessen Funktionstüchtigkeit zuständig ist, sondern die Vertragswerkstatt, und dass er die Anweisungen der Bedienungsanleitung befolgen, ihren Sinn aber nicht begreifen muss, um sachgerecht mit seinem Gefährt umgehen zu können. Im Wissenschaftsbetrieb wird etwa ein Chemiker, der das Kernresonanzspektrogramm einer Verbindung benötigt, die Bedienung des Kernresonanzspektrometers gern dem Operator überlassen, der seinerseits bei nicht einfach zu behebenden Funktionsstörungen den Service-Ingenieur zu Hilfe holen muss. Das Fortschreiten dieser selbstverständlich gewordenen Arbeitsteilung erscheint in den Naturwissenschaften auch darin, dass die Grenze zwischen zwei Disziplinen eine neue Disziplin hervorbringt: So wurde aus der Kombination von Physik, Chemie und Biologie über Biophysik und Biochemie die Physikalische Biochemie. Es reicht aus, auch nur eine Nummer des Referatblattes *Chemical Abstracts* durchzublättern, um sich davon zu überzeugen, dass selbst auf einem so hochspezialisierten Gebiet der Überblick über die erscheinende Literatur ohne noch weitere Spezialisierung auf Detailprobleme kaum möglich ist. Angesichts dieses Sachverhalts steht die Schwärmerei von „dem wissenschaftlichen Gebäude der physikalischen Welt in seiner geistigen Tiefe, Komplexität und Gliederung“³ neoplatonis-

1 Zuerst veröffentlicht in: Bulthaup, Peter: Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften, Frankfurt/Main 1973, S. 7-26.

2 I. Kant: Kritik der reinen Vernunft, ed. R. Schmidt, Hamburg 1956, B 864.

3 C.P. Snow: Two Cultures, zit. nach H.A. Staab: Zur gesellschafts- und hochschulpolitischen Stellung der Naturwissenschaften, in: Rupperto-Carola. Zeitschrift der Vereinigung der Freunde der Studentenschaft der Universität Heidelberg, Band 45, 1968, S. 217.

tischen Spekulationen näher als der Wirklichkeit des Wissenschaftsbetriebes, die nüchterner wohl so darzustellen ist: „Der Gesamtarbeiter besitzt jetzt alle produktiven Eigenschaften in gleich hohem Grad der Virtuosität und verausgabt sie zugleich aufs ökonomischste, indem er alle seine Organe, individualisiert in besonderen Arbeitern oder Arbeitergruppen, ausschließlich zu ihren spezifischen Funktionen verwendet. Die Einseitigkeit und selbst Unvollkommenheit des Teilarbeiters werden zu seiner Vollkommenheit als Glied des Gesamtarbeiters.“⁴ Und: „Eine gewisse geistige und körperliche Verkrüppelung ist unzertrennlich selbst von der Teilung der Arbeit.“⁵ Nicht ist mit der sehnsüchtigen Erinnerung an die heroische Zeit, in der die Wissenschaftler die vergleichsweise primitiven Instrumente der Untersuchung noch selbst schufen, und die durch die Ausstellung des archaischen Instrumentariums in den Repräsentationsräumen vieler wissenschaftlicher Institute wachgehalten wird, der gegenwärtige Stand der Entwicklung zu denunzieren, sondern nur das Selbstbewusstsein der Wissenschaftler, die meinen, auf die heroischen Zeiten ungebrochen sich berufen zu können, zu kritisieren mit dem Nachweis, dass die seitherige Entwicklung notwendig durch die Arbeitsteilung jene *déformation professionnelle* mit sich brachte. Angesichts dieser „die naturwissenschaftliche Bildung als die im eigentlichen Sinne ‚humanistische Bildung‘ unserer Zeit“⁶ auszugeben, ist wohl nur robusten Technokraten möglich.

Den Inhalt des Begriffs ‚naturwissenschaftliche Bildung‘ zu bestimmen fällt schwer, weil die Naturwissenschaften nicht einen identischen Gegenstand, die Natur, haben, sondern eine Vielzahl von partikularen Gegenständen, die aus dem Naturzusammenhang isoliert wurden, und ein Instrumentarium verschiedener Methoden, mit denen die Isolierung gelang. Die theoretischen Begriffe, in der Chemie etwa der des Elements, der Verbindung, des Atoms, des Moleküls, und die Schemata wie das Mendelejewsche System der Elemente, selbst schon Resultate der Forschung, erklären in ihrer allgemeinen Definition keine einzige Naturerscheinung. Erst die Untersuchung der Reaktionen eines bestimmten Elements, die Eigenschaften einer bestimmten organischen Verbindung – und die Zahl der bekannten organischen Verbindungen hat die Millionengrenze längst überschritten – sind Gegenstände der Chemie. Wenn auch die allgemeinen Begriffe Voraussetzung wissenschaftlich-systematischer Arbeit sind, bleiben sie doch als allgemeine leer. Sie bekommen erst Bedeutung, wenn durch sie Methoden entwickelt werden, mit denen empirisches Material dem Naturzusammenhang systematisch abgewonnen und für sich rationell organisiert wird. Die allgemeinen Begriffe allein können so wenig den Inhalt der naturwissenschaftlichen Bildung ausmachen, wie andererseits ihre sinnvolle Verwendung bei der Untersuchung spezifischer Gegenstände, die den Spezialisten vorbehalten bleibt. Notwendig fragmentarische Kenntnisse auf einem Spezialgebiet bleiben, wenn sie nicht im Zu-

4 Karl Marx, Friedrich Engels: Werke (MEW), Bd. 23 (Das Kapital I), Berlin 1962, S. 369f.

5 Ebd., S. 384.

6 Staab, a.a.O., S. 220.

sammenhang der Forschung aktualisiert werden, der Bildung so äußerlich wie auswendig gelernte allgemeine Begriffe, deren Funktion im Wissenschaftsprozess nicht durchschaut wird, auch nicht von der Mehrzahl der Wissenschaftler, die wie selbstverständlich mit ihnen umgehen.

Dass sich die Aufklärung partikularer Sachverhalte ohne Bewusstsein des eigenen Tuns betreiben lässt, ist zu charakterisieren mit der für das Selbstverständnis vieler Naturwissenschaftler bezeichnenden Formulierung von den „empirischen Wahrheitskriterien der Naturwissenschaften“⁷, als sei nicht empirisch das *hic et nunc* zufällig Gegebene, wogegen der Wahrheit Allgemeinheit und Notwendigkeit zukommen müsste. Darin, aus dem empirisch Gegebenen das Reproduzierbare herauszuarbeiten, besteht gerade die wissenschaftliche Anstrengung, durch die die nur einem Subjekt zugehörige singuläre Erfahrung präpariert wird zu der von jedem beliebigen Subjekt, das über die in der Arbeitsvorschrift angegebenen Mittel verfügt, wiederholbaren.⁸

Die vorwissenschaftlichen Naturgeschichten enthielten kaum methodische Handlungsanweisungen; sie berichten von Beobachtungen und Spekulationen einzelner Autoren, die, mit wenigen Ausnahmen wie der der Astronomen, eher über Kuriosa schrieben als über reproduzierbare Vorgänge. Solange die Gelehrten sich in den Naturgeschichten und in ihren Briefwechseln auf die Mitteilung von Beobachtungen beschränkten, entstand kein konsistentes System des Wissens, auch da noch nicht, wo wie in der Alchemie schon experimentiert wurde, aber weder die Ausgangsstoffe der Reaktionen definiert waren noch die Versuchsbedingungen protokolliert wurden, wodurch allein die Bedingungen der Reproduzierbarkeit zu gewährleisten gewesen wären. Die ersten systematischen Werke der Chemie, in denen die Herstellung der Reagenzien und die Methoden der Untersuchung hinreichend exakt dargestellt wurden, sind die von Töbern Bergmann verfassten *Opuscula Physica et Chemica*, die ab 1779 erschienen.⁹ Doch die systematische Anordnung der mit definierten Methoden gewonnenen Ergebnisse bringt noch nicht den systematischen Zusammenhang der Untersuchung der isolierten chemischen Phänomene zustande. Erst das von Lavoisier eindeutig definierte Prinzip der Konstanz der an chemischen Umsetzungen beteiligten Stoffmengen ermöglichte die Formulierung von Reaktionsgleichungen in Analogie zu den mathematischen Gleichungen¹⁰, was die Chemie zur exakten Wissenschaft machte. Ist aber die bestimmte Methode einmal gefunden und in der Sprache fixiert, so kann sie von jedermann erlernt und angewendet werden. Analysen etwa sind dann nicht mehr nur von einem besonders dazu befähigten Analytiker vom Typus eines Gahn auszuführen, der nur die Ergebnisse, nie die

7 Ebd.

8 Vgl.: J. Klüver, F.O. Wolf (Hrsg.): *Wissenschaftskritik und sozialistische Praxis. Konsequenzen aus der Studentenbewegung*, Stuttgart-Bad Cannstatt 1972, S. 87; N. Luhmann: *Soziologische Aufklärung*, Opladen 1971, S. 234.

9 Vgl.: F. Szabadvary: *Geschichte der analytischen Chemie*, Braunschweig 1966, S. 88ff.

10 Vgl.: a.a.O., S. 112f.

Verfahren, mit denen er sie gewonnen hatte, mitteilte¹¹, sondern von allen, die die Methode erlernten. Wenn reproduzierbare Ergebnisse mit gesicherten Methoden gewonnen werden, dann ist auch eine Akkumulation und Integration der Resultate von Einzeluntersuchungen möglich. Akkumulation soll heißen, dass eine bekannte Reaktion verwendet werden kann zur Identifizierung einer noch unbekannten Substanz, dass also das schon vorhandene Wissen benutzt werden kann, um weiteres zu erlangen, das schon vorhandene Wissen zur Voraussetzung des zu erlangenden wird. Integration soll heißen, dass nicht nur isolierte Reaktionen untersucht werden, sondern die Reaktionen in einen systematischen Zusammenhang gebracht werden können. So sind die Ionen einer ganzen Gruppe von Metallen mit Ammoniak als Metallhydroxyde aus der wässrigen Lösung zu fällen. Dieser Sachverhalt ermöglichte mit weiteren, analogen, die Ausarbeitung eines Trennungsganges¹², in dem sämtliche Elemente eines Stoffes in einem systematischen Arbeitsgang aufzufinden sind, und zugleich durch die Reaktion ganzer Gruppen von Elementen deren Anordnung nach ihren Eigenschaften in einem rationellen Schema, dem Periodensystem der Elemente.¹³ Resultat der Entwicklung einer Wissenschaft ist also nicht nur die Anhäufung einzelner Ergebnisse, sondern ein System des Wissens, in dem diese Ergebnisse untereinander zusammenhängen und das in jeder einzelnen Forschung partiell aktualisiert wird.¹⁴

Der Analysengang ist ein Beispiel dafür, wie die Resultate der Forschung instrumentalisiert und als standardisierte Methode in Wissenschaft und Technik angewendet werden können. Die von der Wissenschaft ausgearbeiteten analytischen Methoden bedürfen zu ihrer Anwendung nicht mehr der Wissenschaftler, sondern sie sind als unbegriffene, aber zuverlässige Instrumente von gelernten oder auch nur angelegenen Laboranten zu handhaben. Die für spezifische Arbeiten qualifizierte Arbeitskraft wird so zu etwas Herstellbarem, das den ökonomischen Bedürfnissen der Gesellschaft entsprechend im jeweils benötigten Maße bereitgestellt werden kann. Die Wissenschaft selbst erscheint nun zunächst als der Bereich, in dem eine solche Qualifizierung der Arbeitskraft allein nicht ausreicht, um zu Ergebnissen zu gelangen. In ihr sollen ja gerade noch nicht erkannte Zusammenhänge von Naturerscheinungen untersucht werden, aus der wissenschaftlichen Arbeit soll die Objektivierung des vorher nicht Erkannten zum reproduzierbaren Ergebnis erst resultieren. Der Studiengang selbst zeigt jedoch, dass das ganze Studium auf die Aneignung schon ausgearbeiteter Verfahrensweisen und der mit ihnen gewonnenen Ergebnisse abgestellt ist. Die Studenten der Chemie müssen sich nicht etwa selbst den ganzen Analysengang neu erarbeiten, sondern sie brauchen nur die Anwendung seiner Vorschriften einzuüben, das im Fortschreiten des Wissenschaftsprozesses akkumulierte Wissen sich als verfügbares Instrumentarium anzueignen. In dem Maße, in dem die Forschung nur unter der instrumentel-

11 Vgl.: a.a.O., S. 69.

12 Vgl.: a.a.O., S. 186ff.

13 Vgl.: A.F. Hollemann, E. Wiberg: *Lehrbuch der anorganischen Chemie*, Berlin 1955, S. 66ff.

14 Vgl.: A. Buchholz: *Die große Transformation*, Stuttgart 1968, S. 30f.

len Verwendung des schon Erforschten weiterzutreiben ist, setzt sie eine durch Aneignung und Einübung des schon Bekannten qualifizierte Arbeitskraft voraus. Dieser Sachverhalt lässt die Forderung nach dem ‚forschenden Lernen‘ als einen allenfalls pädagogisch zu motivierenden Wunsch erscheinen, der in den Wissenschaften, in denen die Akkumulation die Voraussetzung ihres weiteren Fortschreitens ist, nicht oder nur zum Schein verwirklicht werden kann. Auch in der eigentlichen Forschung machen Variation und Kombination schon bekannter Verfahren einen immer größeren Teil der Forschung aus; die Wissenschaft selbst transformiert sich tendenziell in Technologie. So waren z.B. die Grundlagen der Anwendung quantenmechanischer Methoden auf Probleme der chemischen Bindung in den Verfahren der Störungsrechnung und der Variationsrechnung Anfang der dreißiger Jahre ausgearbeitet. Heute besteht ein erheblicher Teil der theoretischen Arbeit in der Entwicklung programmiergerechter Funktionenansätze und in der Erarbeitung geeigneter Programmiertechniken für elektronische Rechenanlagen, deren Kapazität zum wesentlichen Kriterium für die Auswahl der zu untersuchenden Probleme wird. Tendenziell zunehmend werden die Untersuchungsmethoden nicht mehr bei der Bearbeitung der zu untersuchenden Probleme entwickelt, sondern umgekehrt die zu behandelnden Probleme von den schon vorhandenen Methoden bestimmt. Diese den exakten Wissenschaften immanente Entwicklungstendenz führt dazu, dass in ihnen die Qualifikation der Arbeitskraft nicht nur notwendige, sondern zum Teil schon hinreichende Bedingung wissenschaftlicher Arbeit ist, die sich von der von Technikern in der Industrie geleisteten immer weniger unterscheidet. Die Entwicklung der menschlichen Fähigkeiten durch die Überwindung der Widerstände, die der zu bearbeitende Gegenstand seiner Bearbeitung entgegensetzt, blieb in der Wissenschaft länger das wesentliche Moment der Arbeit als in der Produktion. Durch Arbeitsteilung und Akkumulation, die als Spezialisierung und als immer größerer technischer Aufwand erscheinen, überwiegt der Anteil des Erlernbaren, Methodischen, in der Theorie der Anteil dessen, für das nach dem Mathematiker Felix Klein der Ausdruck ‚gedankenloses Denken‘ zu zitieren wäre¹⁵, immer mehr die produktive Einbildungskraft, der sich die moderne Naturwissenschaft verdankt.¹⁶ Das nötigt zur Kritik des überkommenen Begriffs wissenschaftlichen Fortschritts, der zunächst als der des in indefinitum sich fortsetzenden Prozesses gedacht wurde, und zu der Überlegung, ob es nicht eine Sättigungsgrenze gäbe, jenseits derer eine Wissenschaft zu einem leerlaufenden Betrieb wird, der nur noch die Funktion hat, qualifizierte Arbeitskraft zu produzieren.¹⁷ Die Probleme, die bei der Dokumentation auftreten und die anzeigen, wie schwierig es ist, die vorhandenen Resultate möglichen Interessenten zugänglich zu machen oder für sie überhaupt Interessenten zu finden, wurden bisher nur von der technischen Seite der Informations-

15 Vgl.: F. Klein: Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus, Bd. 1, Berlin 1933, S. 16.

16 Vgl.: Kant, a.a.O., B XXIII.

17 Vgl. auch A.M. Weinbergs Kritik an der Hochenergiephysik in ders.: Probleme der Großforschung, Frankfurt/Main 1970, S. 161ff.

speicherung und Informationsdistribution her angegangen, wodurch das Problem selbst schon wieder auf die Dimension reduziert wird, in der es instrumentell zu bearbeiten ist. Kein Naturwissenschaftler vermag die ihm angebotenen Informationen noch aufzunehmen, geschweige denn zu verarbeiten, und der Zwang, unterm Druck der Konkurrenz *papers* zu produzieren, bewirkt, dass jede Reflexion auf Relevanz und Funktion der behandelten Probleme im Zusammenhang des arbeitsteiligen Forschungsprozesses katastrophale Folgen für die *carrière* nach sich zieht.¹⁸

Der Ausdruck vom ‚Luxus des Gewissens‘¹⁹ ist ein Indiz dafür, dass in den Naturwissenschaften die individuelle Tätigkeit auf dem Fachgebiet und deren objektive Funktion so auseinanderklaffen, dass die Wissenschaftler der von ihnen geschaffenen Realität oft begriffslos gegenüberstehen. Sie können ihre Arbeiten fachgerecht beurteilen, aber es fehlen die Kriterien für ein Urteil über den Zusammenhang, in den sie eingehen. Aus moralischen Gründen oder durch Gutachtertätigkeit doch gezwungen, ein Urteil abzugeben, sehen sie sich in einer ähnlichen Situation wie der Strafrichter, der, vor soziologische oder psychologische Probleme gestellt, sich auf die undefinierten Regeln einer wer weiß woher bezogenen Lebenserfahrung berufen oder sein Urteil vom Spezialisten übernehmen muss. Die Gutachtertätigkeit, die unter den Bedingungen der Arbeitsteilung deren Beschränktheit, die aus der Isolierung der Teilbereiche gegeneinander resultiert, überwinden helfen soll, zeitigt absurde Resultate: Heisenberg, der als Fachgelehrter dem Gremium angehörte, das über Bau und Standort eines europäischen Elementarteilchenbeschleunigers, eines Milliardenprojekts, entscheiden sollte, fand, dass insgesamt die physikalischen und technischen Argumente nicht ausreichten, dieses Projekt zu rechtfertigen.²⁰ Dennoch stimmte er für das Projekt mit der Begründung: „Man muss internationale Großprojekte eigentlich schon deswegen fördern, weil sie international sind, und darf nicht allzu strenge wissenschaftliche Maßstäbe anlegen.“²¹ Für Naturwissenschaftler ist nur das als wissenschaftlich gesichert anzusehen, was unter gleichen Randbedingungen das gleiche Resultat bringt, wobei die Randbedingungen als einzuhaltende vorgegeben sind. Sobald nicht mehr derart eindeutige, aber immer nur partikuläre, aus dem Gesamtzusammenhang isolierte Relationen die Basis ihrer Urteile abgeben, sind die Naturwissenschaftler ihrem gesunden Menschenverstand ausgeliefert, der ihnen Begründungen, wie die eben zitierte, diktiert. Sie können sich verantwortlich wissen, aber diese Verantwortung bleibt konsequenzlos. So musste sich Heisenberg, der als einer der Göttinger Achtzehn mit seinem Protest gegen die Bewaffnung der BRD mit Atomwaffen seine Verantwortung ernst nahm, sich von Adenauer sagen lassen, er verstünde nichts von Politik, und im Übrigen seien Atomwaffen so etwas wie eine verbesserte Artillerie. Weil sich die objektivierten Erkenntnisse notwendig zu Instrumenten

18 Vgl.: N. Luhmann: a.a.O., S. 237.

19 Vgl.: H. Born, M. Born: *Der Luxus des Gewissens*, München 1969, S. 9ff.

20 Vgl.: *Selecta*, Planegg 1971, XIII. Jg., S. 2818.

21 A.a.O., S. 2820.

verselbständigen gegenüber dem Prozess wissenschaftlicher Arbeit, der diese Objektivierung leistet, reagieren die Wissenschaftler angesichts ihrer Ohnmacht gegenüber dem von ihnen Produzierten mit einem Abwehrmechanismus, indem sie die im Objektivierten fixierten eindeutigen Relationen für wertneutral erklären – mit dem Argument, die guten wie die schlimmen Folgen der Arbeit der Wissenschaftler und der aus ihr resultierenden technischen Möglichkeiten neutralisierten sich gegenseitig und alles läge bei der Entscheidung der Verantwortlichen, die wohl darum verantwortlich genannt werden, weil sie für das, was sie zu verantworten haben, nie zur Verantwortung gezogen werden.

Die Transformation von Methoden und Resultaten der Naturwissenschaft in Technik, die Realisierung der so neu geschaffenen technischen Möglichkeiten erscheint als der Prozess, in dem die zunächst wertneutralen Resultate eingesetzt werden, um bestimmte Ziele zu erreichen, wobei wohl die Zielsetzungen mit Werten belegt werden könnten, nicht aber die Mittel, mit denen jene zu erreichen sind. Die Kalkulation eines Generalstäblers im Kriege, wie viel Gerät und Menschen nötig seien, um ein vorgegebenes Ziel zu erreichen, mit welchen Verlusten bei der Durchführung der Operation zu rechnen sei, und wie das Verhältnis von Verlust an Gerät und an Menschen durch eine

Variation der Taktik so zu optimieren sei, dass bei gegebener Nachschublage die Verluste am ehesten auszugleichen sind, erscheint unter dieser Voraussetzung als wertneutral. Dieses Beispiel scheint insofern falsch gewählt, als in ihm „leidende Subjekte“ bloß als Mittel, nicht zugleich „selbst als Zweck“²² gebraucht werden und dieser Verstoß gegen das moralische Gesetz nur aus der Verfügungsgewalt der Generalstäbler über andere Subjekte resultiert. Demgegenüber wäre es möglich, die Realisierung technischer Möglichkeiten von der Herrschaft über die leidenden Subjekte zu separieren. Historisch hatte jedoch die Standardisierung der Produktionsverfahren und die Erlernbarkeit der Arbeitsmethoden zur Folge, dass die Arbeitskraft, auch die qualifizierte, zu einer Ware wurde, die in den jeweils benötigten Quantitäten herzustellen war. Dies brachte die Träger der Ware Arbeitskraft in die Abhängigkeit von denen, die über die Produktionsmittel und damit über die Lebensbedingungen der Arbeiter verfügen.²³ Das wertneutrale Instrumentarium Technik, das Mittel, die Menschen vom blinden Ausgeliefertsein an die Natur zu emanzipieren, bedingt in der kapitalistischen Produktionsweise zugleich die Möglichkeit von Herrschaftsverhältnissen unter dem Titel formeller Gleichheit, in denen „leidende Subjekte“ zu bloßen Mitteln der Produktion werden, in genauer Analogie zu dem oben angeführten militärischen Beispiel, denn der Zweck der Produktion sind nicht die Menschen, mag für sie auch etwas abfallen, sondern der Profit, der seinerseits eine wertneutrale Größe ist. Unter diesen Bedingungen verletzt die Wertneutralität das „moralische Gesetz“²⁴ und ist damit selbst alles andere als wertneutral. Die Behauptung der Wertneutralität technischer Möglichkeiten geht davon aus, dass verschiedene Realisierungen dieser Möglichkeiten repräsentiert werden durch Begriffe, die konträr sind, oder dass der Sache nach die Realisierungen nebeneinander bestehen können und die eine nur in jedem singulären Fall den Ausschluss der anderen bewirkt. Mit der zunehmenden Beherrschung der Naturkräfte haben sich jedoch Verhältnisse hergestellt, unter denen alternative Realisierungen technischer Möglichkeiten nicht mehr durch konträre Begriffe zu fassen sind. Die Anwendung des atomaren Vernichtungspotentials, eines Resultats der historischen wissenschaftlich-technischen Entwicklung, würde mit dieser Realisierung einer technischen Möglichkeit die menschliche Gattung auf diesem Planeten auslöschen und damit den Begriff der technischen Möglichkeit liquidieren, denn dass dieser Begriff ohne ein Subjekt, das ihn denkt, und ohne den Sachverhalt, den er bezeichnet, bestehen bliebe, ist nicht zu denken. Mit diesem extremen Fall ist das Paradox bezeichnet, dass auf Grund einer historischen Entwicklung ein konträres Verhältnis von Begriffen in ein kontradiktorisches sich verwandeln kann durch die Veränderung im Sachverhalt, auf den die Begriffe gehen. Doch der Extremfall leuchtet den Widerspruch nur

22 I. Kant: Kritik der praktischen Vernunft, in: ders.: Kants Werke (Akademieausgabe), Bd. V, Berlin 1968, S. 87.

23 Vgl.: Karl Marx: Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie, Berlin 1953, S. 374 (= Werke (MEW), Bd. 42, Berlin 1983, S. 382).

24 I. Kant, Kritik der praktischen Vernunft, a.a.O.

scharf aus. Wenn den Warnungen der Ökologen und den Ergebnissen einer Systemstudie aus dem renommierten Massachusetts Institute of Technology Glauben zu schenken ist²⁵, dann kann die weitere anarchische Ausnutzung der technischen Möglichkeiten der Produktion dazu führen, dass die Lebensbedingungen der Menschen sich so weit verschlechtern, dass das Überleben der Gattung ernsthaft in Frage gestellt ist. Auch das hieße, dass die fortschreitende Realisierung technischer Möglichkeiten dazu führt, dass mit der menschlichen Gattung auch deren Technik verschwände, die Realisierung der technischen Möglichkeiten zugleich die Negation von technischer Möglichkeit überhaupt bedeutete. Die durch ein naturwissenschaftliches Studium qualifizierten Arbeitskräfte würden ohne ihren Willen zu Ingenieuren des Untergangs der Gattung, und die Wertneutralität der Resultate der Wissenschaft schlosse die strikte Neutralität gegen die Vernichtung der Menschheit ein.

Dass die Mittel, die erfunden wurden, „die Mühseligkeit der menschlichen Existenz zu erleichtern“²⁶ diese Existenz nun mit Vernichtung bedrohen, ist in der Korrespondenz von naturwissenschaftlichen und technischen Methoden begründet. Soweit die Naturwissenschaften exakt sind, müssen sie den Kriterien der Reproduzierbarkeit und des methodischen Vorgehens, welches allein diese zu garantieren vermag, genügen. Das ist nur möglich, indem einzelne Naturerscheinungen aus dem Naturzusammenhang sorgfältig isoliert werden. Auch die technische Ausbeutung von Naturkräften ist nur unter der Bedingung ihrer Partikularisierung, der der Abstraktion vom Gesamtzusammenhang möglich. Weil nur die Produktionsverfahren mechanisierbar und automatisierbar sind, die auf einer Repetition der gleichen Abläufe, dem technischen Korrelat der Reproduzierbarkeit, beruhen, steht die technische Akkumulation in der Industrie wie die in der Wissenschaft unter der Bedingung der Partikularisierung von Naturverhältnissen, die damit zur Bedingung des Wachstums des allgemeinen, gesellschaftlichen Potentials gegenüber der Natur wird. Deren Zusammenhang macht sich gegenüber der gesellschaftlichen Produktion nur negativ bemerkbar, durch die Zerstörung der natürlichen Lebensbedingungen der Menschen, die als Naturwesen in den Naturzusammenhang verflochten, auf ihn angewiesen bleiben. Daraus resultiert die Zweideutigkeit der Emanzipation von der ersten Natur. Sie bedeutet einmal, dass die Menschen sich die Bedingungen ihrer Reproduktion nicht mehr vorgeben lassen durch den Naturzusammenhang, sondern dass sie diese Bedingungen selbst produzieren, indem sie die Naturkräfte systematisch ausnutzen, um ihre natürlichen Lebensbedingungen umzugestalten. Doch zum anderen geschieht, weil nicht der Naturzusammenhang als Ganzes, sondern immer nur partikuläre Zusammenhänge von Naturerscheinungen unter Kontrolle zu bekommen sind, diese Umgestaltung der Lebensbedingungen unkoordiniert, anarchisch. Da die Auseinandersetzung mit der Natur über lauter partikuläre

25 Vgl.: D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens III: *The Limits to Growth*, New York 1972.

26 B. Brecht: *Gesammelte Werke*, Bd. 3, Frankfurt/Main 1967, S. 1340 (Leben des Galilei 14).

Prozesse läuft, erscheint das in ihr wirkende historisch entwickelte und akkumulierte gesellschaftliche Potential unmittelbar in der Gestalt von Instrumenten. In der Chemie etwa werden die Ausgangsmaterialien für Synthesen als Waren über den Markt bezogen, in denen die vergegenständlichte wissenschaftliche und technische Arbeit so wenig zu erkennen ist wie der Zusammenhang der Einzelforschungen im Forschungsprozess, der erst die Schaffung der Ausgangsmaterialien möglich machte. Weil die Substanzen unmittelbar gebraucht werden, werden sie auch für unmittelbare Gegenstände angesehen, was sie der Sache nach nicht sind. Das gibt der Auffassung von den „objektorientierten, empirischen Wahrheitskriterien“²⁷ der Naturwissenschaftler ihre – falsche – Plausibilität. Ein Modell für die wechselseitige Abhängigkeit der Einzeluntersuchungen voneinander im Wissenschaftsprozess, das sich prinzipiell zur Rekonstruktion des gesamten Wissenschaftsprozesses ausweiten ließe, lässt sich aus der Analyse der Zitationsindizes von Einzelveröffentlichungen gewinnen.²⁸ Durch die instrumentelle Verwendung von Resultaten vorangegangener Untersuchungen wie durch die technische Abhängigkeit von den Resultaten anderer Disziplinen ist jede Forschung über einen bestimmten Gegenstand verflochten in den gesamten Wissenschaftsprozess, ohne dass dies dem mit einem spezifischen Problem befassten Wissenschaftler bewusst sein muss.

In genauer Analogie zum Wissenschaftsprozess sind in der Technik zwar immer nur bestimmte Produkte das Resultat der einzelnen Produktionsverfahren, aber über den Markt greifen die einzelnen Produktionsverfahren auch technisch ineinander. Sie sind zur gesamtgesellschaftlichen Produktion integriert. Der partikularen Produktion entspricht ökonomisch das Einzelkapital, wobei die Einzelkapitalien durch Warenaustausch und Konkurrenz aufeinander bezogen sind. Das Kapital als gesamtgesellschaftliche Größe ist nur die Bezeichnung für den gesamten Prozess des Warenaustausches und der Konkurrenz der Einzelkapitalien. Als partikulare sind technische und ökonomische Rationalität identisch, aber die technische Integration der einzelnen Produktionen zur gesamtgesellschaftlichen Produktion ist vermittelt durch den Warenaustausch als positive Beziehung der Einzelproduktionen aufeinander, wogegen die ökonomische Beziehung der Einzelkapitalien ihre Entgegensetzung in der Konkurrenz ist. Weil diese über den Regelmechanismus des Extraprofits und auf Grund der Fluidität von Kapital und Arbeitskraft die Angleichung der gesamten Produktion an den jeweils fortgeschrittensten Stand der technischen Entwicklung erzwingt, hat Marx der kapitalistischen Produktionsweise die historische Funktion zugesprochen, die Produktivkräfte zu entfesseln. Diese Produktionsweise ist an sich gesellschaftlich, weil die einzelnen Produktionsprozesse über den anonymen Markt auch technisch miteinander vermittelt sind, sie ist andererseits anarchisch, weil die Einzelproduktionen immer nur partikulare Naturzusammenhänge ausbeuten und die öko-

27 H.A. Staab: a.a.O., S. 220ff.

28 Vgl.: A. Buchholz: a.a.O., S. 28ff., s.a. die dort ausgewertete Literatur.

nomische Regulation aus der Verwertung konkurrierender Einzelkapitalien resultiert, beides blind gegen den Gesamtzusammenhang, den der Natur wie den der Gesellschaft. So stehen die von Menschen produzierten Verhältnisse ihnen mit der Undurchdringlichkeit von Naturverhältnissen gegenüber, und die gesellschaftlichen Katastrophen überfallen sie mit der blinden Gewalt von Naturereignissen. Kriege brechen aus wie Vulkane. Erreicht die Entwicklung der Produktivkräfte einen bestimmten Stand, so zerstört die weitere Ausweitung der anarchisch betriebenen Produktion deren eigene Naturbasis. Das ist eine heute aktuelle Interpretation der These von Marx, dass durch die Entwicklung der Produktivkräfte diese in Widerspruch geraten zu den Produktionsverhältnissen.

Der Gesamtzusammenhang der Naturerscheinungen ist mit den Methoden der exakten Naturwissenschaften nicht zu fassen. Die Rekonstruktion des Gesamtzusammenhangs aus den aus ihm isolierten partikularen Zusammenhängen, die nur unter der Bedingung dieser Isolierung reproduzierbar sind, stößt auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Prozesse in vergleichsweise sehr einfachen Systemen aus identischen Elementen, zwischen denen bekannte Kräfte wirken, wie etwa in dem statistischen Modell der Kondensation eines realen Gases, setzen der theoretischen, d.h. mathematischen Rekonstruktion Schwierigkeiten entgegen, die in absehbarer Zeit kaum zu überwinden sein werden. Erkenntnistheoretisch ist das Problem des Gesamtzusammenhangs überdies reflexiv; seine Lösung müsste immer schon den Mechanismus einbegreifen, der es zu lösen sucht. Davon einmal abgesehen ist es allein von den zur Verfügung stehenden theoretischen Mitteln her zunächst einmal empirisch unmöglich, heute auch nur einen Weg anzugeben, auf dem das Problem zu fassen wäre. Der Gesamtzusammenhang wird von Wissenschaftlern wie Technikern nur negativ erfahren, von Wissenschaftlern als Widerstand im untersuchten Gegenstand, als das, wogegen isoliert werden muss, damit eine eindeutige Relation von Ausgangsbedingungen und Resultat erzielt wird; von Technikern als unvermutete Reaktion. So konnte z.B. die chronisch schlechte Versorgung der Bevölkerung auf den Philippinen mit Reis durch den Einsatz chemischer Mittel, Kunstdünger, Insektizide, Herbizide etc. drastisch verbessert werden, zugleich wurden durch die Kontamination der benachbarten Gewässer mit diesen Mitteln die Fischbestände ruiniert, so dass die Nahrungsausbeute insgesamt geringer war als zuvor und überdies wegen des geringeren Proteinanteils noch qualitativ schlechter.²⁹ Auch die Geschichte der Verbreitung der synthetischen Detergentien: Sauerstoffdefizit der Gewässer durch Schaumbildung, dann, nach dem Verbot schaumbildender Waschmittel, Eutrophierung der Gewässer durch Überdüngung mit Phosphaten etc. ist ein sinnfälliges Beispiel dafür, dass notwendig partikuläre Maßnahmen gegen die Reaktion des unbeherrschten Naturzusammenhangs ohnmächtig bleiben. Von der Steigerung der Produktivkräfte, der Ausweitung der je partikularen Techniken allein Möglichkeiten zur Abwendung der dro-

29 Vgl.: Selecta, Planegg 1972, XIV. Jg., S. 85.

henden Katastrophe zu erwarten³⁰, käme der Hoffnung gleich, epidemisch auftretende Feuersbrünste seien dadurch einzudämmen, dass Schulen für Brandstifter eingerichtet werden. Der Grund für die zunächst jeweils nur in einzelnen Bereichen greifbaren Katastrophen ist darin zu suchen, dass durch die gesellschaftliche Produktion die Gesellschaft als durch sich selbst konstituierte Einheit der Natur gegenübertritt, die erst dadurch als ein reagierendes Ganzes erscheint, dass aber andererseits die Organisation der Produktion zu einer gesellschaftlichen nur durch die Arbeitsteilung möglich ist, also durch die partikuläre Auseinandersetzung mit partikularisierten Naturzusammenhängen. Bei dem gegenwärtigen Stand der Produktivkräfte lässt sich, soll der Gattung der Rückfall in die Barbarei oder gar der globale Selbstmord erspart bleiben, die durch die Technik gesetzte, an sich gesellschaftliche Auseinandersetzung mit der Natur nur betreiben, wenn sie für sich, bewusst als gesellschaftliche organisiert wird.

Dass sich so zumindest plausibel mit den Bedingungen des bloßen Überlebens der Gattung argumentieren lässt³¹, zeigt an, wie weit die Menschheit auf der Bahn des Rückfalls schon gekommen ist. Das Bewusstsein der Irrelevanz dessen, was zur Reproduktion nicht unabdingbar ist, des Bereichs der Kultur, in dem die menschlichen Bedürfnisse als spezifisch menschliche sich bestimmen, ist die Reaktion auf die Entwicklung hin zu einem Zustand, in dem die Sicherung der Bedingungen des Überlebens zu einer Aufgabe wird, die alle Kräfte der Gattung absorbiert. Das Drängen auch der emanzipatorischen Kräfte auf unmittelbare Umsetzbarkeit jedes Gedankens, überhaupt all dessen, was als Kultur noch zu bezeichnen ist, in Praxis, ist ein Reflex der Ahnung, dass nicht mehr viel Zeit bleibt. Bildung als Erweiterung der Erfahrung über das Lebensnotwendige hinaus erscheint als zynisch gegenüber dem unmittelbaren Bedürfnis nach Technologien des Überlebens. So scheint die naturwissenschaftliche Bildung heute doppelt unmöglich geworden zu sein, sowohl von dem her, was Inhalt dieser Bildung sein könnte, als auch durch die Verhältnisse, die keine Bildung mehr dulden. Noch die technologische Absicht der Naturwissenschaften, „und [...] zu Herren und Eigentümern der Natur [zu] machen“³² wird reduziert auf die Notwendigkeiten der Selbsterhaltung, die durchs blinde Reagieren auf die von den Menschen selbst produzierten Sachzwänge nicht mehr zu gewährleisten ist. Die technische Verfügung über Natur wird kaum mehr lange möglich sein, wenn nicht der Stand der Entwicklung der Produktivkräfte unter dem Postulat der Selbsterhaltung der Gattung die bewusste Änderung der Produktionsverhältnisse doch noch erzwingt. Das begründet die Forderung nach der Politisierung der Wissenschaft, die nicht an die Naturwissenschaften von außen heranzutragen ist, sondern als die Forderung, sich der politischen Implikationen der Wissenschaft bewusst zu werden, zu interpretieren wäre. Naturwissenschaft war nie

30 Bezeichnend für diesen technokratischen Optimismus ist die Auffassung von H.A. Staab: a.a.O., S. 218.

31 Vgl.: D.H. Meadows et al.: a.a.O.

32 R. Descartes: Discours de la méthode, Hamburg 1960, S. 101.

unpolitisch, nur hat ihre politische Funktion sich geändert. Zunächst war gerade der von aller unmittelbar politischen Zielsetzung sich emanzipierende Anspruch auf Objektivität der Naturwissenschaft, insbesondere der der Astronomie, politisch relevant.³³ Das bekam Galilei zu spüren. Die nur auf Naturverhältnisse gerichtete Erkenntnis destruierte die Transzendenz und mit ihr jede transzendente Herrschaftslegitimation. Die Aufklärung, die durch falsche Extrapolation der Erkenntnis partikularer Zusammenhänge auf den Gesamtzusammenhang der Natur³⁴ die richtige Konsequenz zog, „das Bewusstsein aus der Abhängigkeit von hypostasierten Gewalten [zu] lösen“, ³⁵ befreite damit nicht nur das Bewusstsein, sie trug auch zur realen Befreiung von den keineswegs nur hypostasierten Gewalten bei. Sie hatte eine falsche, mechanistische Vorstellung des Gesamtzusammenhangs von Natur und Gesellschaft, deren Kritik darauf führte, dass aus der Erkenntnis von isolierten und erst dadurch eindeutigen Funktionszusammenhängen ein Begriff von Totalität sich nicht konstruieren lässt. Das nun benutzt der Positivismus, um mit dem Hinweis auf die Arbeitsteilung die Einsicht in den Zusammenhang, in dem die je arbeitsteiligen Prozesse fungieren, und damit die Entwicklung des Bewusstseins der Menschen von ihrer eigenen Tätigkeit zu blockieren.³⁶ „Wissenschaft und Technik können – wie immer man es drehen und wenden mag – nicht mehr durch die Köpfe der Menschen hindurch mit der Lebenspraxis vermittelt werden, wie Habermas es für die mündige Gesellschaft fordert.“³⁷ Die Angst, eine solche Einsicht könnte zum Plädoyer für die Änderung der bestehenden Verhältnisse werden, profitiert von der vor der drohenden Katastrophe, die kaum durch die Weigerung, sie zur Kenntnis zu nehmen, aufzuhalten sein wird, sondern allenfalls dadurch, dass die technokratische Beschränkung des Bewusstseins aufgehoben wird. Naturwissenschaftliche Bildung, nicht als die selbstverständlich vorauszusetzende Kenntnis der Methoden und Resultate einzelner Disziplinen, sondern als deren Reflexion, die die Funktion dieser Methoden und Resultate im Wissenschaftsprozess wie im Reproduktionsprozess der Gesellschaft Begriffe, könnte diese Aufhebung leisten. Nur wenn Naturwissenschaftler nicht nur ihre unmittelbare Forschung vorantreiben, sondern zugleich diese Forschung in ihren wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Voraussetzungen und Implikationen reflektierten und so die Vernunft begriffen, als deren blinde Agenten sie agieren, vermöchten sie dazu beizutragen, die drohende Katastrophe abzuwenden. „Am Ende des Fortschritts der sich selbst aufhebenden Vernunft bleibt ihr nichts mehr übrig, als der Rückfall in die Barbarei oder der Anfang der Geschichte.“³⁸ q.e.d.

33 Vgl.: H. Blumenberg: Die kopernikanische Wende, Frankfurt/Main 1965, S. 159.

34 Vgl.: P.T. D'Holbach: System der Natur, Berlin 1960, S. 41.

35 J. Habermas: Technik und Wissenschaft als Ideologie, Frankfurt/Main 1968, S. 162.

36 Vgl.: R. Eckert: Wissenschaft und Demokratie, Tübingen 1971, S. 27f.

37 A.a.O., S. 28.

38 M. Horkheimer: Vernunft und Selbsterhaltung, in: Gesammelte Schriften, Bd. 5, Frankfurt/Main 1987, S. 350.